

Rec'd PCT/PTO 16 JUN 2005

PCT/JP 03/15088

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

26.11.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

2002年12月20日

RECD 22 JAN 2004

出願番号  
Application Number:

特願 2002-369983

WIPO

PCT

[ST. 10/C]:

[JP 2002-369983]

出願人  
Applicant(s):

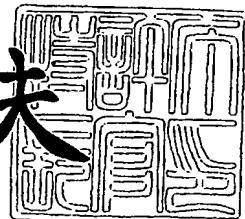
財団法人浜松科学技術研究振興会

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康夫



Best Available Copy

出証番号 出証特 2003-3109540

【書類名】 特許願  
【整理番号】 02C20P01HH  
【特記事項】 特許法第30条第1項の規定の適用を受けようとする特許出願  
【提出日】 平成14年12月20日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/302  
【発明者】  
【住所又は居所】 静岡県浜松市城北3-5-1 静岡大学内  
【氏名】 永津 雅章  
【特許出願人】  
【識別番号】 500020494  
【氏名又は名称】 財団法人 浜松科学技術研究振興会  
【代理人】  
【識別番号】 100075144  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 井ノ口 壽  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 053017  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マイクロ波プラズマ発生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 励起マイクロ波を発生するマイクロ波源と、  
プラズマガス源と、  
前記プラズマガス源からガスが供給されるプラズマ発生用の真空容器と、  
前記容器内に励起用のマイクロ波を導入する同軸導波管と、および  
前記同軸導波管の外導体に接続された第1の導体板、誘電体板、前記同軸導波  
管の中心導体に接続され、エバネッセントマイクロ波を前記真空容器内に放出す  
る多数の開口孔を有する第2の導体板とから共振空洞を形成する平行平板ランチ  
ヤと、  
を備えるマイクロ波プラズマ発生装置。

【請求項 2】 前記同軸導波管は前記真空容器に機密に結合され前記ランチ  
ヤを支持し、前記ランチヤの第2の導体板に対面する位置にワークを支持する支  
持手段が設けられており、前記支持手段と前記ランチヤの相対距離は調節可能に  
構成されている請求項1記載のマイクロ波プラズマ発生装置。

【請求項 3】 前記真空容器は円筒状容器であり、前記同軸導波管は前記容  
器の中心線に沿って移動可能であり、前記ランチヤの第1の導体板の外形は前記  
容器の内径よりもわずかに小である請求項1記載のマイクロ波プラズマ発生装置  
。

【請求項 4】 前記ランチヤの第1の導体板の外周には前記第2の導体板方  
向に延びる円筒部分が設けられており、前記円筒部分の下端縁と前記第2の導体  
板の外周間にマイクロ波放出ギャップが設けられている請求項1記載のマイクロ  
波プラズマ発生装置。

【請求項 5】 マイクロ波源駆動手段により前記マイクロ波源をパルス変調  
する出力を発生し、間欠駆動するように構成した請求項1記載のマイクロ波プラ  
ズマ発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、マイクロ波のみで、真空室内のプラズマガスを励起しプラズマを発生させるプラズマ発生装置に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

電子サイクロトロン共鳴（E C R）プラズマ装置が知られている。この形式のプラズマ装置は、磁場を用いるため磁場発生装置が必要である。そのために、装置全体として大形になり易いが、プラズマ空間を大きくとることができないという問題がある。また動作圧力（プラズマガス分圧）が比較的低圧（高い真空度）で動作させる必要があり、高密度のプラズマガスを広い空間に発生させたいという工業的な要求を満たしていない。

**【0003】**

前記電子サイクロトロン共鳴（E C R）プラズマ装置等で、プラズマガスが導入される真空容器を、容器の石英窓を介して外部に配置されるアンテナ等により励起するプラズマガス発生装置が知られている。この装置は、石英窓と容器内のプラズマガスの境界表面の電磁界によりプラズマ生成を行うものである。プラズマ発生領域の大面積化に伴い大面積かつ分厚い石英窓ガラスが必要となる。石英窓ガラスを透過してガスに作用し、その分だけ、影響力が減少させられる。

**【0004】**

さらに前記真空容器内にマイクロ波ランチャを導入して容器内部に直接マイクロ波を導入する装置が知られている。特許文献1～4記載の発明は、真空容器内にマイクロ波ランチャを導入して容器内のプラズマガスを励起する形式のプラズマ発生装置である。しかしマイクロ波供給手段から直接容器内にマイクロ波を供給する構成となっておらず、いずれも誘電体透過窓等を介して供給している。また、ホーンアンテナ励起では、ストリーマ状の励起がおこり、広範囲に均一なプラズマ励起が困難になるという問題があった。

【特許文献1】 特開平01-184921号公報

【特許文献2】 特開平01-184922号公報

【特許文献3】 特開平01-184923号公報

【特許文献4】 特開平03-191072号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、真空容器内のガスを、前記容器内に配置したマイクロ波共振器からのエバネッセント波により直接励起し、ECR方式によらないプラズマ発生装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、本発明による請求項1記載のマイクロ波プラズマ発生装置は、

励起マイクロ波を発生するマイクロ波源と、

プラズマガス源と、

前記プラズマガス源からガスが供給されるプラズマ発生用の真空容器と、

前記容器内に励起用のマイクロ波を導入する同軸導波管と、および

前記同軸導波管の外導体に接続された第1の導体板、誘電体板、前記同軸導波管の中心導体に接続され、エバネッセントマイクロ波を前記真空容器内に放出する多数の開口孔を有する第2の導体板とから共振空洞を形成する平行平板ランチャと、を備えて構成されている。

本発明による請求項2記載のマイクロ波プラズマ発生装置は、請求項1記載のマイクロ波プラズマ発生装置において、前記同軸導波管は前記真空容器に機密に結合され前記ランチャを支持し、前記ランチャの第2の導体板に対面する位置にワークを支持する支持手段が設けられており、前記支持手段と前記ランチャの相対距離は調節可能に構成されている。

【0007】

さらに、本発明による請求項3記載のマイクロ波プラズマ発生装置は、請求項1記載のマイクロ波プラズマ発生装置において、前記真空容器は円筒状容器であり、前記同軸導波管は前記容器の中心線に沿って移動可能であり、前記ランチャの第1の導体板の外形は前記容器の内径よりもわずかに小となるように構成することができる。

さらに、本発明による請求項4記載のマイクロ波プラズマ発生装置は、請求項1記載のマイクロ波プラズマ発生装置において、前記ランチャの第1の導体板の外周には前記第2の導体板方向に延びる円筒部分が設けられており、前記円筒部分の下端縁と前記第2の導体板の外周間にマイクロ波放出ギャップを設けて構成することができる。

さらに、本発明による請求項5記載のマイクロ波プラズマ発生装置は、請求項1記載のマイクロ波プラズマ発生装置において、マイクロ波源駆動手段により前記マイクロ波源をパルス変調する出力を発生し、間欠駆動するように構成することができる。

#### 【0008】

##### 【発明の実施の形態】

以下図面等を参照して本発明による装置の実施の形態を説明する。

図1は、本発明によるマイクロ波プラズマ発生装置の実施例の主要部の断面図、図2は前記実施例のランチャ部分を拡大して示した断面図である。図3は、前記ランチャの第2の導体の一部を拡大して示した図である。図4には前記装置の平面図および駆動源をブロック図で示してある。

#### 【0009】

図4に本実施例装置の平面配置と駆動回路を示す。励起マイクロ波を発生するマイクロ波源9として2.45GHzマイクロ波発振器（マグネットロン）を使用した。このマイクロ波源9はマイクロ波源駆動手段15により、駆動される。マイクロ波源駆動手段15には制御信号（含む負帰還信号）15aが接続され、必要に応じてマグネットロンを間欠駆動できるように構成されている。プラズマ発生用の真空容器1には図示しないプラズマガス源からプラズマガスが供給される。同軸導波管3は前記容器1に励起用のマイクロ波を導入する。

平行平板ランチャ2は、図2に示されているように前記同軸導波管3の外導体31に接続された第1の導体板21、石英の誘電体板25および第2の導体板22を含んでいる。第1の導体板21と石英の誘電体板25間にはシールリング23, 24が配置されている。

#### 【0010】

前記第2の導体板22は前記同軸導波管3の中心導体32に接続され、エバネッセントマイクロ波26・26を前記真空容器1内に放出する多数の開口孔22a(図3参照)を備えている。

この第1の導体板21と第2の導体板22の間に配置された石英の誘電体板25は共振空洞を形成する平行平板ランチャ(または誘電体伝送線路型マイクロ波ランチャ)2を形成している。

#### 【0011】

前記真空容器1内には前記ランチャの第2の導体板22に対面する位置にワークを支持する支持手段(サブストレートステージ4)が設けられている。

この実施例ではサブストレートステージ4は軸41により支持され前記真空容器1内で上下動可能である。前記同軸導波管3は前記真空容器1に機密に結合され前記ランチャ2を支持している。前記同軸導波管3、サブストレートステージ4の両方または何れか一方を容器に対して気密を保って移動可能にすることにより、サブストレートステージ4上のワーク(図示せず)と前記ランチャ2の相対距離は調節することができる。なお、真空容器1内には、内部のプラズマ情報を得るためにプローブ6が挿入されている。

#### 【0012】

この実施例は前記真空容器1を円筒状容器とし、前記同軸導波管3は前記容器の中心線に沿って配置し、前記ランチャ2の第1の導体板21の外形は前記容器1の内径よりもわずかに小さくして、容器内に均一なプラズマを発生させるようにしてある。前記ランチャ2の第1の導体板21の外周には前記第2の導体板22方向に延びる円筒部分が設けられており、前記円筒部分の下端縁と前記第2の導体板22の外周間にエバネッセントマイクロ波を放出するリング状のギャップが設けてある。

なおこのギャップは容器内の壁面近くまでプラズマを発生させることを意図したものであるが、多数の開口からのエバネッセントマイクロ波で十分なプラズマ発生が期待できることを確認している。

#### 【0013】

この装置は、連続動作により、特にランチャ部の温度上昇が見られるが、これ

は、前記マイクロ波源9を、マイクロ波源駆動手段15からパルス変調出力を発生し、間欠駆動するようにして好ましい温度状態を保たせることができる。

#### 【0014】

以下さらに実施例の詳細な構成と動作を説明する。

マグネットロンにより形成されるマイクロ波源9は2.45GHzで発振しており、発振出力は矩形導波管回路を介して、短絡板10で終端されている変換部の導波管11に接続されている。マイクロ波源9から変換部の導波管11にいたる経路にそって、アイソレータ（図示せず）、方向性結合器8、チューナ7が配置されている。

変換部の導波管11で同軸変換されたマイクロ波（TEM<sub>00</sub>）は、共振器部で共振モード（TM<sub>mn</sub>）となりエバネッセント波26が開口孔22aから真空容器1内に放出される。この実施例ではTM<sub>42</sub>, TM<sub>71</sub>, TM<sub>23</sub>, TM<sub>04</sub>のモードが予想される。

#### 【0015】

真空容器1は直径250mm、高さ500mmの円筒形である。

平行平板ランチャ2の第1の導電板の直径をD<sub>1</sub>（=240mm）

第2の導電板の直径をD<sub>2</sub>

平行平板ランチャ2の第2の導電板の開口の直径をd<sub>h</sub>

第2の導電板の隣接する開口間の距離をd<sub>S</sub>

平行平板ランチャ2の第1の導電板の直径D<sub>1</sub>（=240mm）と、石英製の誘電体25の厚さは8mmで全部の実施例に共通とし以下の4通りのランチャ2について実験を行なった。

- 1) D<sub>1</sub> = 240mm D<sub>2</sub> = 220mm d<sub>h</sub> = 1mm d<sub>S</sub> = 1.5mm
- 2) D<sub>1</sub> = 240mm D<sub>2</sub> = 220mm d<sub>h</sub> = 8mm d<sub>S</sub> = 12mm
- 3) D<sub>1</sub> = 240mm D<sub>2</sub> = 230mm d<sub>h</sub> = 1mm d<sub>S</sub> = 1.5mm
- 4) D<sub>1</sub> = 240mm D<sub>2</sub> = 230mm d<sub>h</sub> = 8mm d<sub>S</sub> = 12mm

プラズマ生成の放電条件は、マイクロ波入射パワー700W、反射パワーは20W、放電ガスとしてアルゴン、酸素などを用いた。ガス圧は10～20Pa（パスカル）、ガス流量は100～200sccmである。

#### 【0016】

同軸管3部を伝搬するマイクロ波は石英板25を伝わり、上記1) 2) の場合は、多数の開口および周辺部から洩れ放射の両方が存在する。また石英板を完全に周囲の上側導体板21の外周金属内壁まで占め、下側導体板22で密封した場合上記3) 4) の場合には、共振器構造となり石英内部に共振条件を満たすモードの電磁界が分布し、パンチングプレートの孔からの洩れのみでプラズマの生成が行われるはずである。マイクロ波パワー500W、ガス圧力約150Paにおけるプラズマ放電がランチャ全面で観測された。前記各実施例において、良好なプラズマ放電と拡散がみられた。

### 【0017】

#### 【発明の効果】

以上、説明したように本発明によるマイクロ波プラズマ発生装置は、前記同軸導波管の外導体に接続された第1の導体板、誘電体板、前記同軸導波管の中心導体に接続され、エバネッセントマイクロ波を前記真空容器内に放出する多数の開口孔を有する第2の導体板とから共振空洞を形成する平行平板ランチャを使用している。

マイクロ波導入部を真空容器内に設置する構造のため、真空容器のシール材料またはマイクロ波の窓として石英板を使用する必要がなくなった。石英板は高価であるから、石英板による制限なしで、真空容器を安価に製造できる。

エバネッセントマイクロ波を前記真空容器内に放出し、エバネッセントマイクロ波は多数の開口孔を有する第2の導体板の開口から、直接効率良く容器内に導入される。石英板は共振器の内部の誘電体として作用し、マイクロ波は石英板の障害なしにガスに作用することにより、従来の装置よりもプラズマ励起の効率を高めることができる。ECR方式に頼る必要はなくマイクロ波伝搬による大口径化が可能である。

### 【0018】

本発明によるマイクロ波プラズマ発生装置は、前記同軸導波管は前記真空容器に機密に結合され前記ランチャを支持し、前記ランチャの第2の導体板に対面する位置にワークを支持する支持手段が設けられており、前記支持手段と前記ランチャの相対距離は調節可能に構成することができる。したがって、ワークにおける

るプラズマ密度を調整できる利点を有している。

#### 【0019】

またランチャを誘電体伝送線路方式にすることにより、さらに誘電体の比誘電率だけマイクロ波の伝搬波長を短くできるため、電磁界分布の半径方向のモード数が増加し、生成されるプラズマの空間分布の均一さが誘電体を用いない場合よりも改善できる利点を有している。

#### 【0020】

本発明による実施例によれば、真空容器1は直径250mm、高さ500mm程度の円筒容器において、直径1～8mm程度の多数の開口を設けることにより、安定したプラズマの生成が可能であることが確認された。この開口の大きさは、より大きい直径の真空容器にも適用でき、電磁界分布をより均一に分布させることを可能にする。

#### 【0021】

以上詳しく述べた実施例について、本発明の範囲内において、種々の変形を施すことができる。

例えば、ランチャ部の水冷方式を導入することにより、石英板の過熱を防止し、より大出力のプラズマ発生装置を提供できる。実施例として共振形のランチャの例を示したが、エバネッセントモード以外の周辺からの放射も共存し得るものである。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明によるマイクロ波プラズマ発生装置の実施例の主要部の断面図である。

##### 【図2】

前記実施例のランチャ部分を拡大して示した断面図である。

##### 【図3】

前記ランチャの第2の導体の一部を拡大して示した図である。

##### 【図4】

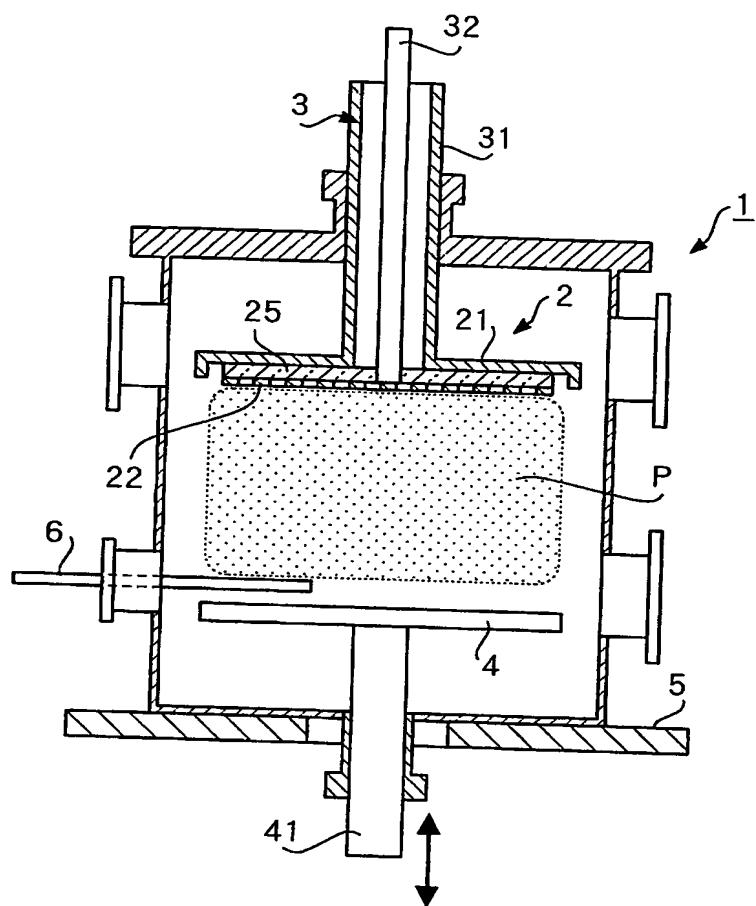
本発明によるマイクロ波プラズマ発生装置の実施例の断面図である。

#### 【符号の説明】

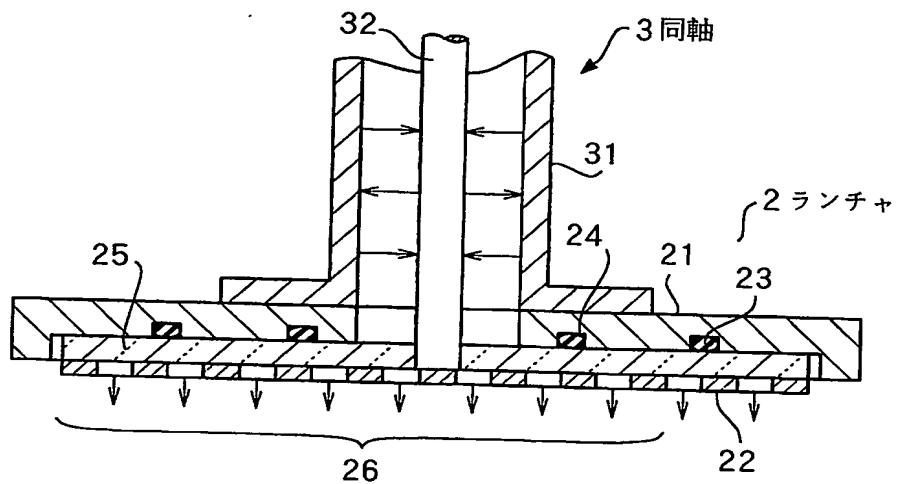
P プラズマ  
1 真空容器  
2 平行平板ランチャ  
3 同軸導波管  
4 サブストレート支持板（サブストレートステージ）  
5 台  
6 プローブ  
7 チューナ  
8 方向性結合器  
9 マイクロ波源（マグネットロン）  
10 短絡板  
11 矩形導波管  
12 真空バルブ  
13 ターボ分子ポンプ  
15 マイクロ波源駆動手段  
21 第1の導体板  
22 第2の導体板  
23, 24 シールリング  
25 誘電体板（石英板）  
26 エバネッセントマイクロ波  
31 同軸導波管外導体  
32 同軸導波管中心導体

【書類名】 図面

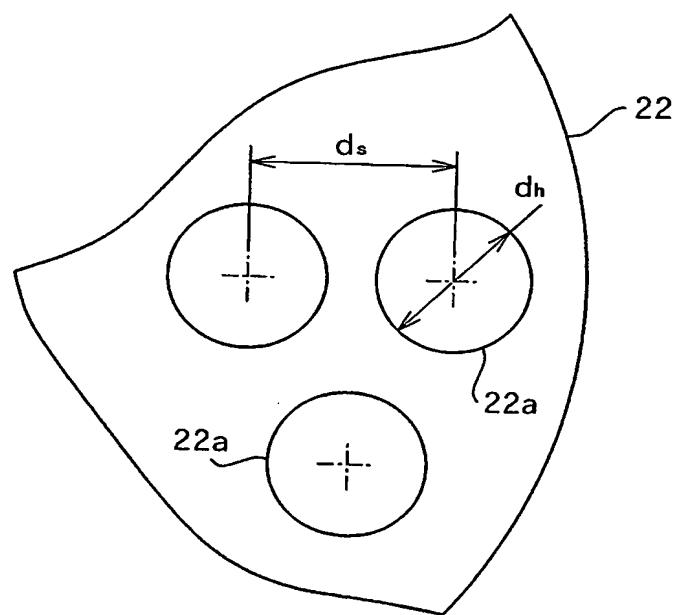
【図1】



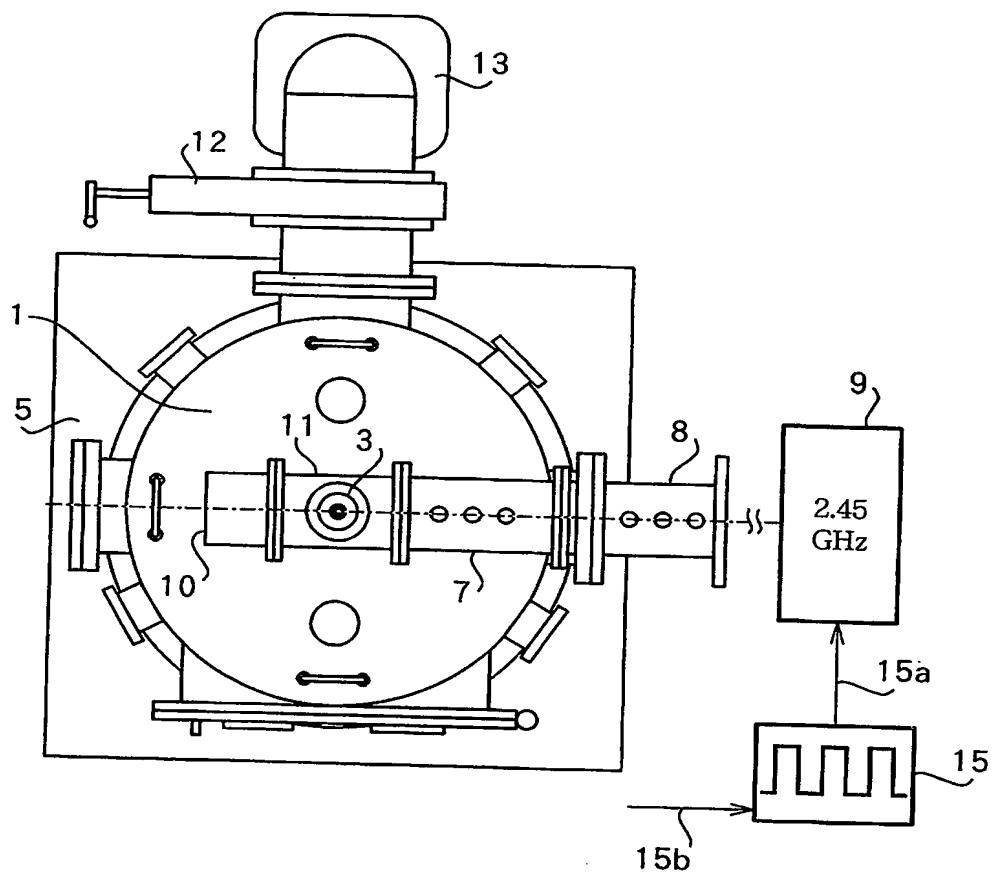
【図2】



【図3】



【図4】



**【書類名】**

要約書

**【要約】**

**【課題】** ECR方式によらないで、真空容器内のガスを、前記容器内に配置したマイクロ波共振器からのエバネッセント波により直接励起するマイクロ波プラズマ発生装置を提供する。

**【解決手段】** 本発明によるマイクロ波プラズマ発生装置は、励起マイクロ波を発生するマイクロ波源と、プラズマガス源と、前記プラズマガス源からガスが供給されるプラズマ発生用の真空容器1と、前記容器内に励起用のマイクロ波を導入する同軸導波管3と、および前記容器1内に配置された平行平板ランチャ2とから構成されている。平行平板ランチャ2は、前記同軸導波管3の外導体31に接続された第1の導体板21、誘電体板23、前記同軸導波管3の中心導体32に接続され、エバネッセントマイクロ波を前記真空容器1内に放出する多数の開口孔を有する第2の導体板22とから共振空洞を形成している。

**【選択図】**

図 1

特願2002-369983

出願人履歴情報

識別番号

[500020494]

1. 変更年月日

2000年 1月13日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市城北三丁目5番1号

氏 名

財団法人 浜松科学技術研究振興会